

О ПИЩЕВАРЕНИИ У БЛОХ *XENOPSYLLA CHEOPIS* ROTHS. (APHANIPTERA, PULICIDAE)

В. С. Ващенко и Л. Т. Солина

Ленинградская наблюдательная противочумная станция

На основании гистологических и гистохимических исследований процесс переваривания крови у *Xenopsylla cheopis* подразделен на три стадии. I стадия ограничена периодом от момента окончания кровососания до разрушения основной массы форменных элементов крови, II стадия — пищевое содержимое полностью переваривается и всасывается, III стадия — окончание пищеварительного процесса: содержимое средней кишки превращается в конечный продукт переваривания (гематип), а из пищеварительных клеток исчезают пищевые включения. Разрушение эритроцитов при температуре 22—24° у взрослых размножающихся самок обычно заканчивалось через 3—4 часа после питания, а длительность одного пищеварительного цикла, как правило, не превышала 10—12 час.

Важность изучения пищеварительной системы блох помимо самостоятельного теоретического интереса обуславливается способностью этих насекомых передавать и хранить возбудителей некоторых болезней животных и человека, и в первую очередь возбудителя чумы. Кровососание обеспечивает как проникновение патогенных микробов в организм переносчика вместе с кровью хозяина, так и инокулятивную передачу. С пищеварительным трактом связана локализация многих микроорганизмов. Нередко возбудитель выводится из организма блохи вместе с фекалиями, что создает дополнительный источник заражения. В основе этих явлений лежат морфо-физиологические особенности пищеварительной системы этих насекомых.

Вместе с тем многие вопросы, связанные с функционированием кишечного тракта, в частности скорость переваривания крови, изучены слабо. Большая часть сведений об активности пищеварения у разных видов основывается на внешней картине переваривания крови, видимой прижизненно через неповрежденные покровы насекомого (Мурзахметова, 1958; Косминский, 1961; Кулакова, 1964; Москаленко, 1966, и др.). Исследования, проведенные в этом направлении с применением гистологических и гистохимических методов, охватывают небольшое число видов (Faasch, 1935; Бибикова, 1963; Ващенко, 1967), а их результаты нередко противоречивы.

Нами изучались морфологические особенности кишечного тракта, а также скорость переваривания крови и сопутствующие этому процессу гистологические изменения в кишечнике и пищевом комке у *Xenopsylla cheopis* Roths. Выбор этого вида в качестве объекта исследования был обусловлен в первую очередь его эпидемиологической важностью, связанной с широким распространением и высокой активностью в передаче чумного микроба. Кроме того, *X. cheopis* часто используются в экспериментальных исследованиях при изучении механизма передачи инфекции блохами, длительности сохранения возбудителя, взаимоотношений между возбудителем и переносчиком и нередко служат своеобразным эталоном при изучении активности в передаче чумного микроба другими видами.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования проводились на *X. cheopis*, культура которых поддерживалась в лабораторных условиях на белых мышах. Для изучения скорости переваривания крови и изменений, происходящих в кишечнике и пищевом

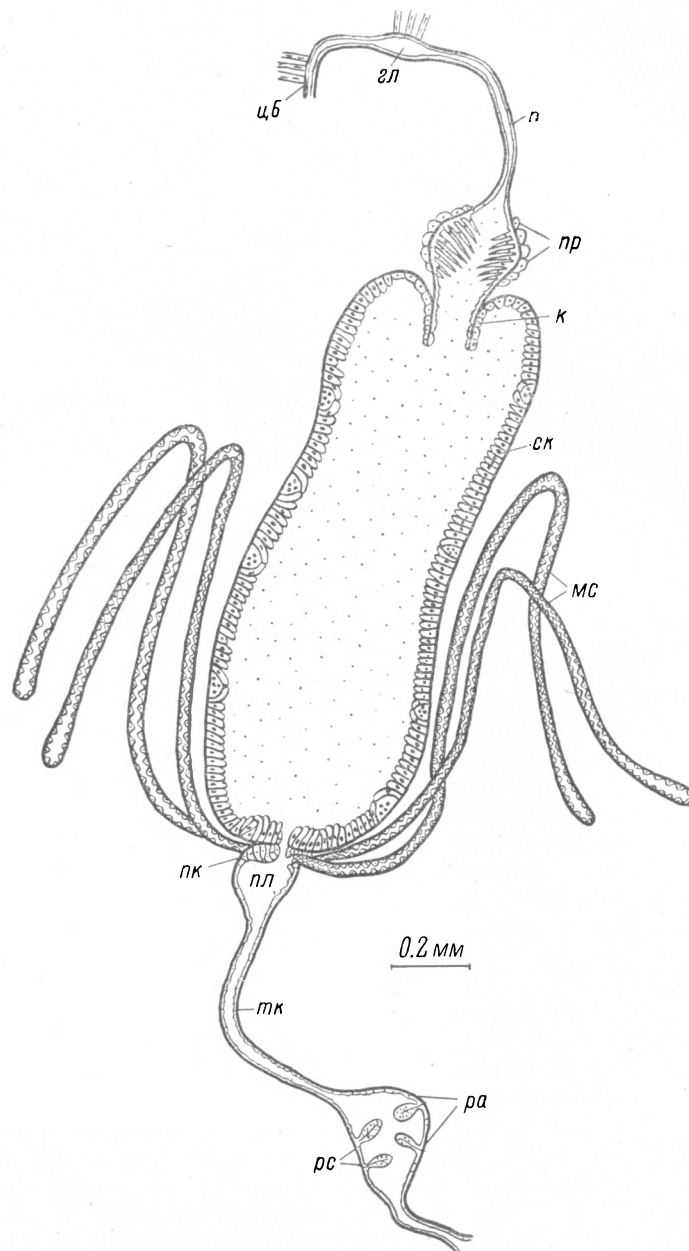


Рис. 1. Схема строения пищеварительного тракта у *Xenopsylla cheopis*.

цб — цибариум; гл — глотка; п — пищевод; пр — преджелудок; к — кардиальный клапан; ск — средняя кишка; пак — пилорический клапан; пл — пилорус; тк — тонкий кишечник; ра — ректальная ампула; рс — ректальные сосочки; мс — мальпигиевы сосуды.

комке в процессе пищеварения, использовались зрелые самки, содержавшиеся перед этим не менее 8 суток в условиях неограниченного доступа к хозяину. Перед экспериментальным кормлением блохи обычно выдерживались без хозяина около 18 час. Сразу после питания эктопаразиты отсаживались в пробирки с песком и содержались при температуре 22—24°

и относительной влажности около 80%. В дальнейшем через различные промежутки времени они просматривались в микроскоп, с них делались рисунки и готовились гистологические препараты.

Гистологическая техника в основных чертах не отличалась от применявшейся ранее одним из авторов настоящей статьи (Ващенко, 1966, 1967). Отметим лишь, что в качестве реактива на белки применялся бром-феноловый синий в сулеме (БФС), на РНК — метиловый зеленый с пиронином; углеводы окрашивались реактивом Шифф — йодная кислота (ШИК), а для выявления жировых включений применялся спиртовой раствор черного судана и насыщенный раствор суданов III и IV в равных объемах 80% спирта и ацетона. Определение жировых включений проводилось не на срезах, а на отпрепарованных кусочках исследуемой ткани после предварительной их фиксации 4%-м формальдегидом.

Определение количества поглощенной при каждом кровососании крови определялось путем индивидуальных взвешиваний насекомых на торзионных весах с предварительным легким эфирным наркозом до и после питания.

СТРОЕНИЕ КИШЕЧНОГО ТРАКТА

Анатомия пищеварительного тракта *X. cheopis* подробно изучена Вассербургером (Wasserburger, 1961). Кишечник этих блох (рис. 1), как и у других насекомых, состоит из трех основных отделов: эктодермальной передней кишки, энтодермальной средней и эктодермальной задней.

В передней кишке в свою очередь имеются цибариум и глотка, снабженные мышечными насосами, пищевод и преджелудок. Стенка передней кишки образована однослойным эпителием, внутренняя, обращенная в просвет кишечника, поверхность которого покрыта хитиновой интимой. С внешней стороны к эпителию прилегают тонкая бесструктурная базальная мембрана и два слоя мышц. Внутренний слой состоит из продольных пучков, внешний — из кольцевых. На протяжении трех первых отрезков этот отдел пищеварительного тракта представляет собой тонкую трубку, которая в конце расширяется в объемистый луковичеобразный преджелудок. В области преджелудка стенка передней кишки сильно утолщается, главным образом за счет мышц, особенно кольцевых (рис. 2, 1). Наиболее примечательной особенностью этой части кишечника является присутствие длинных хитиновых игл, густо усаживающих внутреннюю поверхность его стенки. Их строение детально изучалось многими авторами у разных видов блох (Faasch, 1935; Deoras a. Joshee, 1959; Munshi, 1960; Wasserburger, 1961; Балашов и др., 1965, и др.). Назначение этих игл окончательно не изучено. Широко распространено мнение о том, что они служат для механического разрушения эритроцитов, однако оно пока не находит подтверждения в микроскопических исследованиях. Следует отметить, что подобные же иглы имеются у представителей отряда панорп (*Mecoptera*; Grell, 1938; Richards, 1965), с которыми в настоящее время связывают происхождение *Aphaniptera* (Hinton, 1958). С другой стороны, у блох рода *Tunga*, наиболее далеко зашедших по линии паразитизма, иглы, имеющиеся у молодых самок, после начала питания исчезают (Geigy u. Herbig, 1949).

Задняя часть преджелудка лишена игл. Она телескопически вдается в среднюю кишку, образуя кардиальный клапан. Последний имеет вид широкого рукава с постоянно свободным просветом. Благодаря такому строению содержимое преджелудка и средней кишки при перистальтических сокращениях кишечника постоянно перемешивается.

Средняя кишка, или желудок, имеет мешкообразную форму и лишена каких-либо подразделений. С внутренней стороны она выстлана пищеварительным эпителием, под которым имеются базальная мембрана и мышечные тяжи, располагающиеся в обратном порядке, чем это имеет место в передней кишке: внутренние слои представлены кольцевыми пучками, внешние — продольными.

Эпителий средней кишки однослойный. Форма его клеток и структура цитоплазмы меняются в процессе пищеварения. В отличие от Вассербургера (Wasserburger, 1961), работавшего с тем же видом, нам на всех этапах пищеварения, хотя и с различной степенью отчетливости, удавалось различать палочковый слой — рабдориум (рис. 2, 7, 12). Последний сплошным тонким слоем, толщиной в 1—2 мк, выстилает всю внутреннюю (свободную) поверхность эпителия. Рабдориум состоит из тонких нежных палочек, расположенных перпендикулярно к поверхности клеток. Он хорошо окрашивается эозином, БФС и реактивом ШИК в розовый цвет. Перитрофическая мембрана, свойственная личинкам блох (Wigglesworth, 1930; Scharif, 1937; Wasserburger, 1961; Федорова, 1965, и др.), у взрослых *X. cheopis* отсутствует.

В эпителии средней кишки нам не удалось выявить функциональную дифференциацию среди отдельных клеток или их групп. Каждая из них одновременно может функционировать и как секреторная, и как всасывающая, но соотношение между этими процессами, как это известно и для многих других насекомых (Wigglesworth, 1967), меняется в ходе пищеварения. Секреция у *X. cheopis* мерокринного типа, и каждая клетка способна функционировать в течение нескольких пищеварительных циклов.

Восстановление эпителия происходит за счет регенерационных гнезд, равномерно разбросанных по всей средней кишке. Они представляют собой (рис. 1, 2, 2) многослойные скопления округлых или овальных клеток с крупным относительно размеров клетки ядром и гомогенной мелкозернистой цитоплазмой, которая в отличие от цитоплазмы функционирующего эпителия интенсивно красится пиронином по Браше (на РНК) в розовый цвет. В основании гнезд находятся клетки, сохранившие способность размножаться и время от времени делящиеся кариокинетическим путем. Клетки, расположенные по периферии, постепенно вытягиваются и, выдвигаясь, размещаются рядом с эпителиальными. Постепенно их цитоплазма становится менее базофильной, в ней появляются пищевые включения, и они становятся неотличимыми от обычных пищеварительных клеток. Этот процесс особенно активно происходит у молодых блох в первые дни после начала питания, когда личиночные эпителиальные клетки интенсивно разрушаются и заменяются новыми, выдвигающимися из регенерационных гнезд.

На границе между средней кишкой и задней находится пилорический клапан (рис. 2, 3). Он представляет собой кольцевую складку, которая с одной стороны образована эпителием средней кишки, а с другой — клетками задней кишки. Под клетками располагаются развитые слои кольцевых и продольных мышц. При их сокращении края клапана смыкаются и закрывают просвет.

Задний отдел кишечника начинается воронкообразным расширением (пилорус), расположенным непосредственно за выходом из средней кишки, в которое открываются 4 мальпигиевых сосуда. За ним в виде извитой трубки следует тонкая кишка. Последняя впадает в объемистую ректальную ампулу, от которой отходит узкий и короткий анальный отрезок, открывающийся наружу позади пигидия между анальными склеритами. Задний отдел кишечника пищеварительного тракта на всем протяжении выстлан однослойным эпителием. Его клетки обычно имеют выпуклую неправильную форму, но при растяжении стенок уплощаются. Цитоплазма клеток имеет гомогенную мелкозернистую структуру, и в ней не удается обнаружить каких-либо признаков пищеварительной активности. Внутренняя поверхность эпителия выстлана хитиновой интимой. С внешней стороны к нему прилегают базальная мембрана и два слоя мышц, имеющих такое же расположение, как и в передней кишке: внутренний слой образован продольными волокнами, наружный — кольцевыми. Слои, образующие стенку задней кишки, на разных ее участках развиты неодинаково.

В тонком отделе кишечника хитиновая интима очень тонка и плохо различима без специальной обработки. Мышечная обкладка также раз-

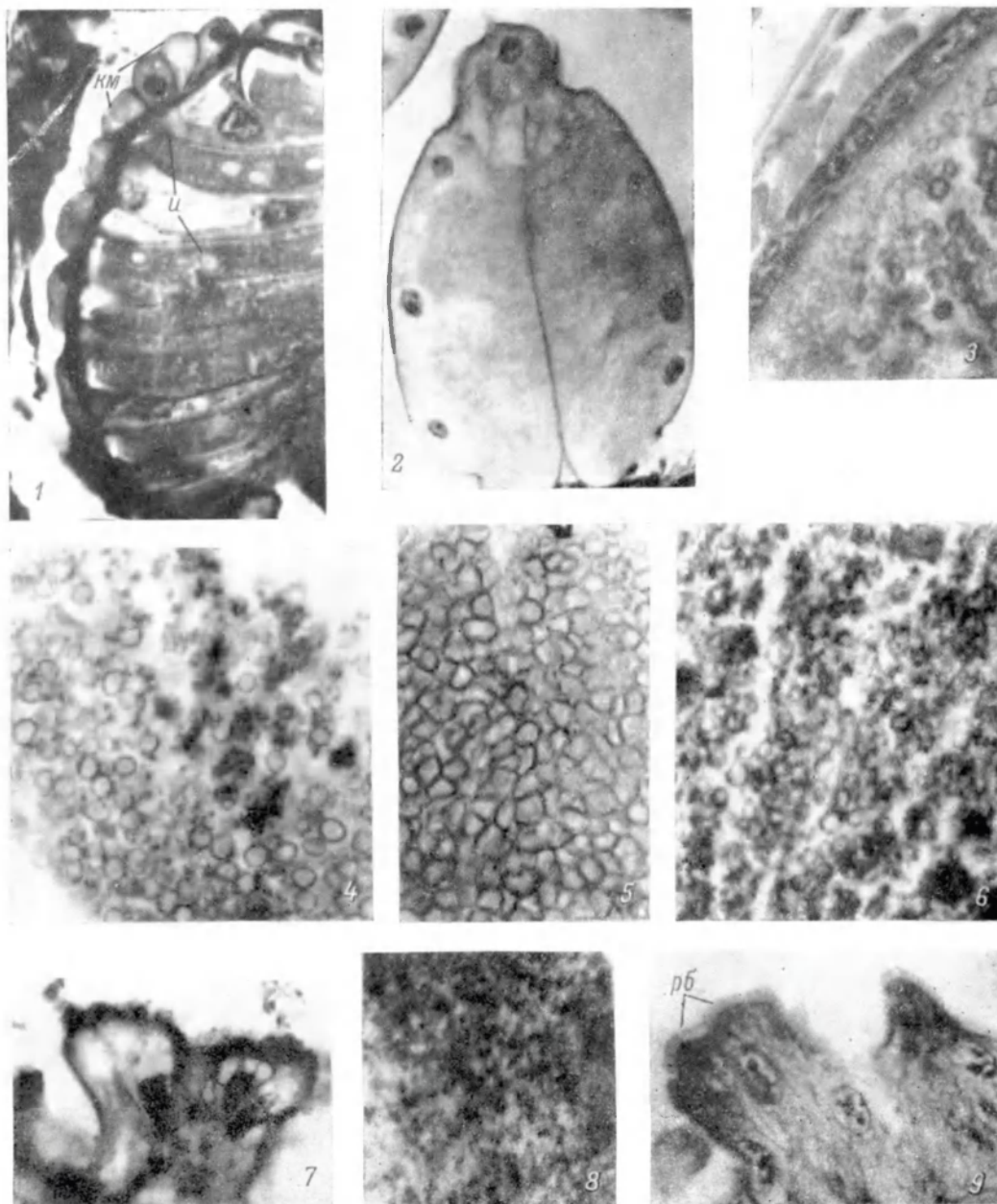


Рис. 2. Строение кишечного тракта и переваривание крови у *Xenopsylla cheopis*.

1 — преджелудок; 2 — ректальный сосочек; 3 — пищеварительный эпителий сразу после питания; 4 — содержимое средней кишки сразу после питания; 5 — сжатые и деформированные эритроциты в центральных слоях пищевого комка; 6 — содержимое средней кишки через 2,5 часа после питания; 7 — пищеварительные клетки через 5 часов после питания; 8 — содержимое средней кишки через 5 часов после питания; 9 — пищеварительный эпителий через 10 часов после питания (ШИИ с подкраской гематоксилином Эрлиха; 1—12 — 1040, 3—4 — 693); кж — кольцевые мышцы; и — хитиновые иглы; рб — рабдиум.

вита слабо. В области ректума хитиновая интима утолщается, значительно усиливается мышечная обкладка, особенно за счет кольцевых пучков. Сжатие мышц обеспечивает выведение содержимого ректума наружу. Помимо этого, группа кольцевых мышц по выходе из ректальной ампулы образует своего рода сфинктер, благодаря которому может замыкаться просвет в короткий анальный отрезок кишечника. С внутренней стороны на стенках ректальной ампулы находится 6 ректальных сосочков. Они имеют форму высоких столбиков, суженных к вершине и в основании (рис. 2, 4). Столбики образованы слоем эпителиальных клеток, обращенных друг к другу своими основаниями. Их ядра располагаются у внешнего, обращенного к полости ректума края. Так же как и весь задний отдел кишечника, сосочки покрыты хитиновой интимой. В каждый сосочек входит ветка трахеи, которая по направлению к вершине дает многочисленные боковые ответвления.

Назначение ректальных сосочков у насекомых до сих пор окончательно не выяснено. Наиболее вероятно предположение, что они участвуют во всасывании воды, попадающей в заднюю кишку через мальпигиевы сосуды (Bahadur, Reddy, 1967; Wigglesworth, 1967, и др.).

ПИТАНИЕ И ПИЩЕВАРЕНИЕ

Зрелые самки *X. cheopis* при кормлении на белых мышах, по данным индивидуальных взвешиваний голодных и напившихся особей, при каждом кровососании потребляли 0.13—0.43 мг крови, что составляло 20.0—69.3% к весу насекомых. В среднем количество крови, потребляемой при каждом питании, равнялось 0.25 мг (42.1% веса насекомого). При изучении пищеварительного процесса нами, как правило, использовались самки с полными желудками.

У свеженапившихся самок кровь обычно заполняет пищеварительный тракт от преджелудка до ректальной ампулы. Средняя кишка при этом сильно растягивается и занимает почти все брюшко (рис. 3, 1). Клетки эпителия сразу после питания сильно уплощены (рис. 2, 5; 4, 1). Их высота на препаратах, фиксированных по Карнуа, обычно не превышает 9—10 мк. Мускульные тяжи, прилегающие к ним с внешней стороны, растягиваются и становятся трудноразличимыми. Цитоплазма пищеварительного эпителия имеет гомогенное мелкозернистое строение. Она довольно хорошо, но слабее ядра, красится гематоксилином Эрлиха с эозином в синий цвет, слегка чернится железным гематоксилином Гейденгайна и почти не красится реактивами БФС (на белки) и ШИК (на полисахариды). Свободная поверхность клеток покрыта рабдориумом, который, однако, не всегда хорошо различим. Содержимое средней кишки в этот период состоит из неповрежденных элементов крови (рис. 2, 6). Они располагаются группами или поодиночке довольно рыхло, а промежутки между ними заняты крупной зернистостью. Содержимое средней кишки интенсивно красится гематоксилином Эрлиха с эозином в розовый цвет, сильно чернится железным гематоксилином Гейденгайна, окрашивается в синий, почти лиловый цвет бром-феноловым синим в сулеме и в розовый реактивом ШИК. Рабдориум красится так же, как и содержимое кишечника, но с большей интенсивностью.

Постепенно цитоплазма становится крупнозернистой. Вскоре, приблизительно через 30—40 мин., на апикальной поверхности пищеварительных клеток появляются языкообразные выросты (рис. 2, 7; 4, 2, 3), которые по сравнению с остальной цитоплазмой слабее красились применявшимися красителями. В клетках начинают выявляться редкие жировые включения, которые имеют вид мелких округлых вакуолей. В результате постепенного всасывания воды пищевой комок уплотняется. Эритроциты, особенно в центральных слоях, сжимаются и принимают неправильную форму. Они плотно прилегают друг к другу и склеиваются (рис. 2, 8). Параллельно происходит разрушение эритроцитов, особенно интенсивное в периферийных слоях комка (рис. 2, 9).

Через 3—3.5 часа гемолиз эритроцитов в основном заканчивается. В полости кишки в это время удается различать лишь единичные округлые «тени» эритроцитов, представленные их стромами, а на препаратах, приготовленных из блох через 4 часа после питания, не удавалось обнаружить никаких признаков сохранения форменных элементов крови. Содержимое средней кишки превращается в однородную зернистую массу (рис. 2, 11), которая хорошо красится эозином, интенсивно чернится железным гематоксилином, дает яркую синюю окраску с бром-феноловым синим в сулеме и розовую с реактивом ШИК. Пищеварительный эпителий все еще сильно уплощен, но апикальные выросты удлиняются. Вершины большинства клеток вакуолизированы. Судя по препаратам, окрашенным суданом, почти все из них содержат крупные жировые включения, которые нередко занимают всю апикальную часть клетки. При обработке реактивом ШИК цитоплазма приобретает слегка розовый оттенок и начинает интенсивнее краситься в синий цвет бром-феноловым синим в сулеме. При рассмотрении блох на этой стадии прижизненно можно отметить, что средняя кишка сократилась в размерах, но ее края по-прежнему остаются ровными, без резких изгибов и складок. Пищевой комок сохраняет красный цвет, но его окраска теряет однородность, отдельные ее участки окрашиваются светлее, другие темней. Кроме того, сквозь покровы нередко просматриваются пузырьки газа.

По мере переваривания пищи средняя кишка все более сжимается, а эпителиальные клетки вытягиваются, принимая столбчатую форму (рис. 2, 10; 4, 4), достигая в высоту 25 мк. Вытягивание клеток происходит неодновременно. Они, как правило, располагаются группами, по 3—5 клеток в каждой. Постепенно число таких групп и число составляющих их клеток увеличивается. Цитоплазма клеток содержит многочисленные жировые вакуоли и приобретает ячеистое строение. Отдельные ее участки, особенно в апикальной части, интенсивно красятся БФС в синий и даже лиловый цвет, чернятся железным гематоксилином. Вершины большинства клеток окрашиваются реактивом ШИК в розовый цвет.

В дальнейшем содержимое средней кишки все слабее окрашивается различными красителями, постепенно приобретая буроватый с золотистым оттенком цвет. Этот процесс происходит неодновременно на разных участках, но в общем можно отметить, что интенсивность окраски снижается от периферии к центральным слоям. Рабдориум продолжает окрашиваться с прежней интенсивностью. Почти все клетки приобретают столбчатую форму. Число жировых вакуолей и их размеры постепенно уменьшаются. Цитоплазма становится все более гомогенной и мелкозернистой. В средней части клеток и в основании хорошо различается характерная продольная исчерченность, хорошо красящаяся всеми основными красителями и бром-феноловым синим в сулеме.

Средняя кишка при рассмотрении блох в этот период прижизненно в проходящем свете сильно сжата (рис. 3, 2). Ее края становятся неровными. В основном она еще сохраняет красный цвет, но местами появляются бурые пятна. Отдельные участки средней кишки нередко могут иметь вид грубой сетки красноватого или бурого цвета, что связано с уменьшением объема пищевого содержимого, которое распределяется не сплошным комком, а тонким слоем по поверхности эпителиальных клеток и небольшими скоплениями в складках эпителия.

Постепенно содержимое средней кишки полностью перестает окрашиваться такими красителями, как эозин, железный гематоксилин, БФС и др. При всех этих способах окраски оно сохраняет буроватый с золотистым оттенком цвет. Отсюда можно заключить, что содержимое превратилось в конечный продукт переваривания крови — гематин. Только при обработке реактивом ШИК края скоплений непереваренных остатков продолжают окрашиваться в розовый цвет. Причем по мере голодания блох после окончания пищеварения интенсивность окраски может усиливаться. Кроме того, в дальнейшем можно наблюдать скопление гомогенной мелкой зернистости у поверхности эпителиальных клеток. Судя по всему, это

связано с выделением эпителиальными клетками и постепенным накоплением в полости секрета полисахаридной природы. Следует отметить, что в преджелудке непереваренные остатки после окончания пищеварения реактивом ШИК не окрашиваются.

Клетки эпителия средней кишки на заключительном этапе пищеварения (рис. 2, 12; 4, 5) в подавляющем большинстве принимают столбчатую форму, достигая в высоту 40 мк и более. Они тесно прилегают друг к другу

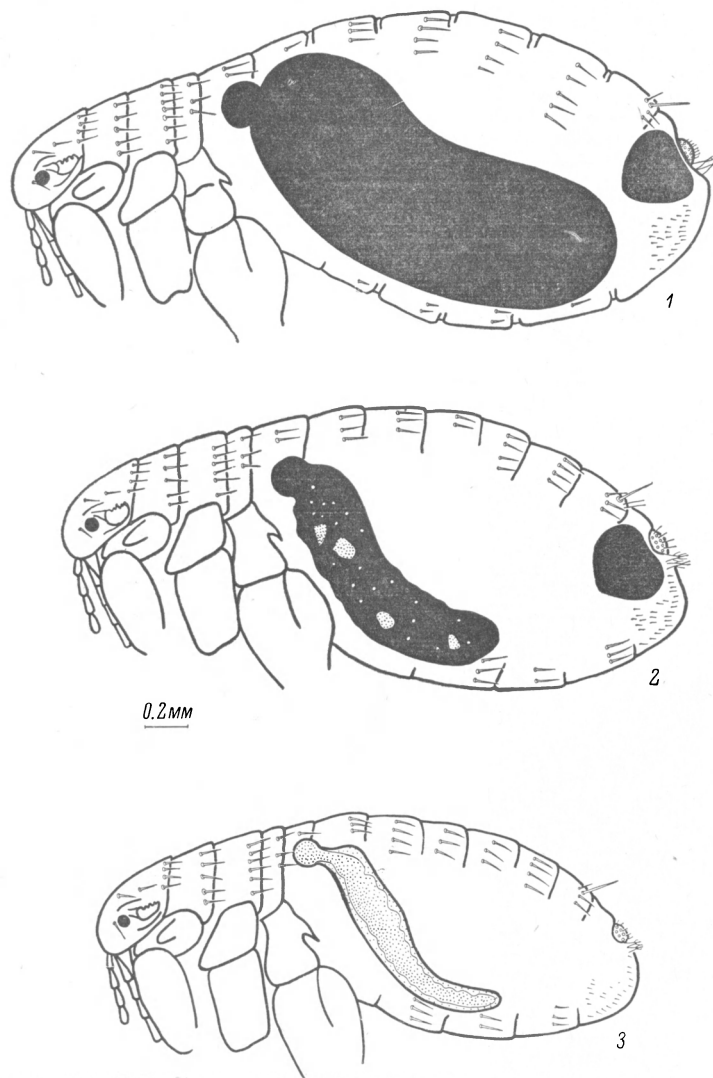


Рис. 3. *Xenopsylla cheopis* на разных стадиях переваривания крови.

1 — сразу после питания (I стадия), 2 — через 5 часов (II стадия), 3 — свыше 8 часов после питания (III стадия).

боковыми стенками, образуя сплошной непрерывный слой. Жировые включения из цитоплазмы эпителия исчезают. Она обычно представлена мелкой гомогенной, слегка базофильной зернистостью. В нижней половине клеток обычно наблюдается легкая продольная исчерченность. Ядра располагаются в средней части клетки или же поднимаются ближе к вершине. На апикальной поверхности эпителия отчетливо виден папочковый слой — рабдориум, который, хотя и с меньшей интенсивностью, продолжает краситься, как и на предыдущих стадиях, теми же красителями. Прижизненно (рис. 3, 3) через неповрежденные покровы насекомого средняя кишка на заключительном этапе пищеварения имеет вид узкой,

2-образно изогнутой полоски. Ее содержимое имеет бурый, а местами черный цвет. Края пищевого комка неровные, а нередко они вследствие характера складчатости эпителия кажутся правильно изрезанными. Последний в этот период хорошо заметен через неповрежденные покровы насекомого в виде светлой каймы по периферии пищевого комка.

Описанное состояние кишечника может сохраняться в течение нескольких суток. Длительность переваривания крови у разных особей была неодинаковой. При прочих равных условиях это в значительной степени

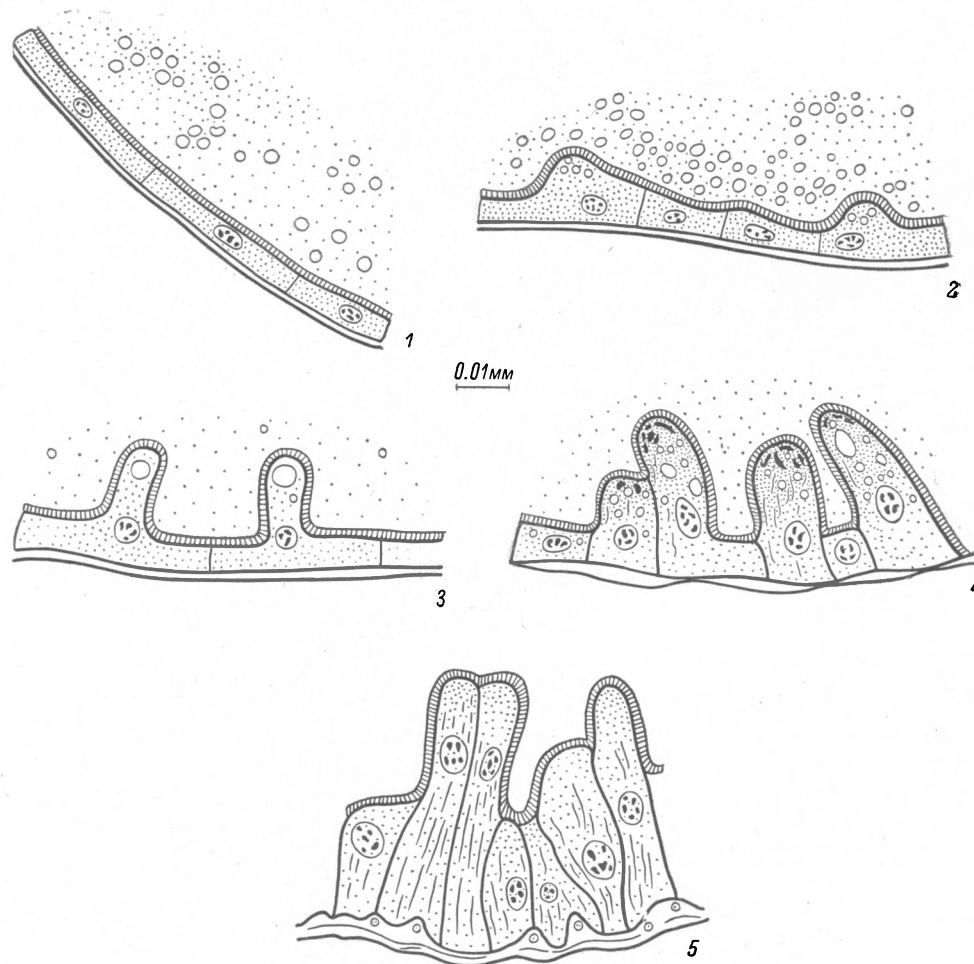


Рис. 4. Пищеварительный эпителий *Xenopsylla cheopis* на разных стадиях переваривания крови.

1 — сразу после питания; 2 — через 1 час (I стадия); 3 — через 3 часа (конец I стадии); 4 — через 5 часов (II стадия); 5 — через 12 часов после питания (III стадия).

зависит от возраста самок и количества потребленной крови. Но в общем можно отметить, что у взрослых самок при 22—24° окончательное переваривание одной порции крови обычно заканчивалось через 9—10 час. и никогда не превышало 12 час.

Характер и последовательность гистологических изменений в средней кишке и пищевом комке позволяет подразделить процесс пищеварения у *X. cheopis* на три последовательные стадии. Из них I мы ограничиваем моментом приема пищи, с одной стороны, и разрушением основной массы форменных элементов крови, с другой; на II стадии содержимое средней кишки полностью переваривается и всасывается; III стадия — заключительный этап пищеварения, когда содержимое средней кишки превращается в конечный продукт переваривания — гематин, а из эпителиаль-

ных клеток исчезают продукты всасывания, в частности жировые включения. Продолжительность I стадии обычно составляет около 3—3.5 час., после чего наступает II; III стадия, как правило, начинается через 8—10 час., а свойственные ей признаки могут сохраняться в течение нескольких суток.

Выделенные основные этапы пищеварительного процесса в значительной степени совпадают со стадиями, установленными для блох Иоффом (1949) на основании внешней картины переваривания крови, видимой через неповрежденные покровы насекомого. Отличия заключаются главным образом в том, что II стадия нами выделяется, когда пищевой комок еще сохраняет красный цвет, но сильно сжимается и становится неоднородным, а III стадия служит для обозначения заключительного этапа пищеварения. Последнюю мы также связываем с появлением «изрезанности» края пищевого комка и потемнением его содержимого, но эта стадия в нашей схеме является заключительной в пищеварительном процессе. Вполне вероятно, что отмеченные различия обусловлены видовыми особенностями объектов исследования и для выработки общей схемы определения состояния пищеварительного тракта по внешним признакам необходимы дальнейшие гистологические исследования пищеварения у разных видов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование пищеварения у *X. cheopis* показало, что процесс переваривания крови у этих паразитов протекает в основных чертах так же, как у изученных ранее *Ceratophyllus consimilis* Wagn. (Ващенко, 1967). Различия заключаются главным образом в активности пищеварения. У *X. cheopis* этот процесс протекает медленнее. Переваривание одной порции крови нам не приходилось наблюдать ранее чем через 6 час.; обычно же оно заканчивалось через 9—10 час.

С другой стороны, нам не удалось подтвердить наблюдения Бибиковой (1963), на основании которого делается утверждение, что гемолиз эритроцитов у *X. cheopis* занимает несколько суток. В наших опытах при температуре 22—24° нам не удавалось обнаруживать форменных элементов крови уже через 4 часа после приема пищи.

Учитывая особенности гистологических изменений в кишечнике и пищевом коме, процесс переваривания крови у *X. cheopis* можно подразделить на 3 стадии, которые можно также различать по внешним признакам, видимым через неповрежденные покровы насекомого.

Л и т е р а т у р а

- Б а л а ш о в Ю. С., Б и б и к о в а В. А., М у р з а х м е т о в а К., П о л у н и н а О. А. 1965. Питание и нарушение клапанной функции преджелудка у блох. Мед. паразитол. и паразитарн. болезни, 4 : 471—476.
- Б и б и к о в а В. А. 1963. Опыт применения микроскопии и спектроаналитического метода при изучении крови хозяина в желудках блох. Матер. IV научн. конф. по природн. очаговости и профилактич. чумы. Алма-Ата : 21—22.
- В а щ е н о к В. С. 1966. Гистологическая характеристика оогенеза у блох *Echidnophaga oshanini* Wagn. (Aphaniptera, Pulicidae). Зоол. журн., 45 (12) : 1821—1831.
- В а щ е н о к В. С. 1967. Гонотрофические отношения у блох *Ceratophyllus consimilis* Wagn. (Aphaniptera, Ceratophyllidae). Паразитол. сб., 23 : 222—235.
- И о ф ф И. Г. 1949. Aphaniptera Киргизии. В сб.: Эктопаразиты, 1 : 1—212.
- К о с м и н с к и й Р. Б. 1961. Изучение биологии блох мышей. Автореф. дисс. Ставрополь : 1—21.
- К у л а к о в а З. Г. 1964. Питание *Xenopsylla gerbilli caspica* Ioff и некоторых других блох. В сб.: Эктопаразиты, 4 : 205—220.
- М о с к а л е н к о В. В. 1966. О частоте питания блох грызунов Приморского края. Изв. Иркутск. н.-иссл. противочумн. инст. Сибири и Дальнего Востока, 26 : 349—354.
- М у р з а х м е т о в а К. 1958. К изучению физиологической активности блох песчанок. Тр. Среднеазиатск. н.-иссл. противочумн. инст., 4 : 223—226.
- Ф е д о р о в а В. Н. 1965. К анатомии пищеварительного тракта блох в процессе метаморфоза. Матер. IV научн. конф. по природн. очаговости и профилактич. чумы. Алма-Ата : 270.

- Bahadur J., Reddy K. K. 1967. Structure and function of the rectal pads in Hymenoptera. Zool. Anz., 178 (3—4) : 262—268.
- Deoras P. J., Joshee A. K. 1959. The proventricula teeth in some rat fleas. Ind. Journ. Med. Res., 47 (3) : 261—265.
- Faasch W. G. 1935. Darmkanal und Blutverdauung bei Aphanipteren. Zeitschr. Morph. u. Ökol. Tiere, 27 (4) : 559—584.
- Geigy R. u. Herbig A. 1949. Die Hypertrophie der Organe beim Weibchen von *Tunga penetrans*. Acta tropica, 6 (3) : 246—262.
- Grell K. G. 1938. Der Darmtractus von *Panorpa communis* und seine Anhangs bei Larve und Imago. Zool. Jahrb., Anat., 64 : 1—86.
- Hinton H. E. 1958. The phylogeny of the Panorpoid orders. Ann. Rev. Entomol., 3 : 181—206.
- Munshi D. M. 1960. Micro-anatomy of the proventriculus of the common rat flea *Xenopsylla cheopis*. J. Parasitol., 46 (3) : 362—372.
- Richards A. G. 1965. The proventriculus of adults Mecoptera and Siphonaptera. Entomol. News, 76 (10) : 253—256.
- Scharif M. 1937. On the internal anatomy of the Larva of the rat rot-flea, *Nosopsyllus fasciatus* (Bosc.). Philos. Trans. Roy. Soc. Lond., 547 (227) : 465—538.
- Snodgrass R. E. 1944. The feeding apparatus of biting and sucking insects affecting man and animals. Smiths. Miscel. Coll., 104 (7) : 1—113.
- Wasserburger H. J. 1961. Beiträge zur Histologie und mikroskopischen Anatomie von *Xenopsylla cheopis* Rothschild (Aphaniptera). Deutsche Entomol. Zeitschr., 8 (5) : 473—513.
- Wigglesworth V. B. 1930. The formation of the peritrophic membran in insects, with special reference to the larvae of mosquitos. Quart. Journ. Micr. Sci., 73 : 593—616.
- Wigglesworth V. B. 1967. The principles of insect physiology. London : 1—741.

ON THE DIGESTION IN FLEAS XENOPSYLLA
CHEOPIS ROTH. (APHANIPTERA, PULICIDAE)

V. S. Vashchenok and L. T. Solina

S U M M A R Y

On the basis of hystological and hystochemical studies of changes in the epithelium of the midgut and engorged blood the digestive process in *X. cheopis* can be subdivided into 3 stages. 1-st stage is limited by the period from the completion of blood-sucking to the decay of vast majority of blood cells. At 2-nd stage the content of the intestine is completely digested and absorbed. 3-rd stage is the end of the digestive process when the midgut content is transformed into a final product of blood digestion, haematin, and nutritive inclusions, fat in particular, disappear from epithelial cells. The duration of 1-st stage in most specimens at 22—24° C is 3—3.5 hours, 2-nd stage lasts 8 to 10 hours after feeding and then 3-rd stage begins. The characters of 3-rd final stage of the digestion are preserved for several days.
